

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/007560

International filing date: 20 April 2005 (20.04.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-146276  
Filing date: 17 May 2004 (17.05.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 02 June 2005 (02.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 5 月 1 7 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 4 6 2 7 6

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 4 - 1 4 6 2 7 6

出 願 人  
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2 0 0 5 年 5 月 2 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 2892060058  
【提出日】 平成16年 5月17日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G02B 13/18  
【発明者】  
    【住所又は居所】 愛媛県温泉郡川内町南方2 1 3 1 番地 1 松下寿電子工業株式会  
                        社内  
    【氏名】 村松 昭宏  
【発明者】  
    【住所又は居所】 愛媛県温泉郡川内町南方2 1 3 1 番地 1 松下寿電子工業株式会  
                        社内  
    【氏名】 北岡 泰久  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005821  
    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100097445  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 岩橋 文雄  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100103355  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 坂口 智康  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100109667  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 内藤 浩樹  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 011305  
    【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9809938

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

スクリーン側から順に負の屈折力を有する第 1 のレンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群とを備え、

前記第 1 レンズ群は、スクリーン側に凸面を向けた非球面を有するプラスチックレンズの負のメニスカスレンズを有し、

前記第 2 レンズ群は、非球面を有するプラスチックレンズからなる負レンズと、異常分散性と負の屈折率の温度係数を持つ少なくとも 2 枚以上の正レンズと、

を有し、

前記正レンズの有する所定の負の屈折率の温度係数により前記第 1 レンズ群と第 2 レンズ群のプラスチックレンズの負の屈折率の温度係数に起因する温度変化の像面変動を補正することを特徴とする投射レンズ。

【請求項 2】

スクリーン側から順に負の屈折力を有する第 1 のレンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群とを備え、

前記第 1 レンズ群は、少なくとも 1 枚のスクリーン側に凸面を向けた非球面を有する所定の屈折率のプラスチックレンズからなる負のメニスカスレンズを含む複数枚の負のメニスカスレンズを有し、

前記第 2 レンズ群は開口絞りと、非球面を有するプラスチックレンズからなる負レンズと、異常分散性と負の屈折率の温度係数を持つ少なくとも 2 枚以上の正レンズとを有し、

前記第 1 レンズ群のプラスチックレンズは、前記開口絞り側に位置し、

前記正レンズの有する所定の負の屈折率の温度係数により前記第 1 レンズ群と第 2 レンズ群のプラスチックレンズの屈折率の温度係数に起因する温度変化の像面変動を補正することを特徴とする投射レンズ。

【請求項 3】

スクリーン側から投射レンズ側に向かって順に負の屈折力を有する第 1 のレンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群とを備え、前記第 1 レンズ群は、スクリーン側に凸面を向けた、非球面を有するプラスチックからなる負のメニスカスレンズを有し、

前記第 2 レンズ群は開口絞りと、非球面を有するプラスチックからなる負レンズを有し、

全系の焦点距離を  $f$ 、第 1 レンズ群中のプラスチックレンズの焦点距離を  $f_{1p}$ 、第 2 レンズ群中のプラスチックレンズの焦点距離を  $f_{2p}$  としたときに、

$$-5 < f_{1p} / f < -3$$

$$-2.5 < f_{2p} / f < -1.5$$

なる条件を満足する投射レンズ。

【請求項 4】

前記第 2 レンズ群に用いられる正レンズは、以下の条件式を満足する硝子材料を少なくとも 2 枚以上有していることを特徴とする請求項 3 に記載の投射レンズ；

$$0.03 < P_g, F - (0.6482 - 0.0018 \nu_d)$$

ただし、

$$P_{g,F} = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$$

$$\nu_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$$

$n_g$  は、 $g$  線（波長 435.84 nm）に対する屈折率、

$n_F$  は、 $F$  線（波長 486.13 nm）に対する屈折率、

$n_C$  は、 $C$  線（波長 656.28 nm）に対する屈折率、

$n_d$  は、 $d$  線（波長 587.56 nm）に対する屈折率である。

【請求項 5】

前記第 2 レンズ群に用いられる正レンズは、 $\Delta n / \Delta T$  を屈折率の温度係数として、

$$\Delta n / \Delta T < -5 \times 10^{-6}$$

なる条件式を満足する硝子材料を少なくとも 2 枚以上有していることを特徴とする請求項 3 に記載の投射レンズ。

【請求項 6】

前記第 1 レンズ群は、スクリーン側に凸面を向けた 2 枚のメニスカス負レンズから構成されていることを特徴とする請求項 3 のいずれかに記載の投射レンズ。

【請求項 7】

前記第 1 レンズ群に用いられるプラスチックレンズは、開口絞り側に位置することを特徴とする請求項 6 のいずれかに記載の投射レンズ。

【請求項 8】

第 2 レンズ群を構成する正レンズの焦点距離を  $f_{2ep}$ 、全系の焦点距離を  $f$  としたときに、

$$2.5 < f_{2ep}/f < 5.0$$

なる条件を満足する請求項 3 に記載の投射レンズ。

【請求項 9】

第 2 レンズ群を構成する硝子材料からなる負レンズの焦点距離を  $f_{2gn}$ 、全系の焦点距離を  $f$  としたときに、

$$-5.0 < f_{2gn}/f < -2.0$$

なる条件を満足する請求項 3 に記載の投射レンズ。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 投射レンズ

【技術分野】

【0001】

本発明は、投射レンズに関し、特に液晶パネル等の表示画像をスクリーン上に拡大投射する投射レンズに関するものである。

【背景技術】

【0002】

最近、液晶パネル（LCD：Liquid Crystal Display）に光学像を形成し、その光学像に光を照射して、投射レンズを介して該光学像をスクリーン上に拡大投射する、いわゆる背面投射型プロジェクション装置が注目されている。カラー画像を得る方法として、3枚の液晶パネルをR、G、Bの各色光でそれぞれ照明しながら、ダイクロイックプリズムを使用して3枚の液晶パネル上の映像を合成する方法が知られている。投射レンズには、コストを低減させる為にレンズの材料として、プラスチックが良く用いられている。プラスチックは環境特性が硝子レンズに比べて悪いために、レンズ材料の温度特性を考慮して、各レンズの最適なパワー配置、最適な材料を設定する必要がある。一方、プロジェクション装置の小型化、高精細、大画面を得る為に、液晶パネルの画素ピッチは益々小型化が進んでおり、投射レンズとしても、少ない倍率色収差や低ひずみ等高い光学性能が求められている。

【0003】

従来、投射用のレンズとして、スクリーン側から順に、第1、第2レンズが負レンズで非球面を有し、全体で負の焦点距離を有する第1レンズ群と、非球面を有し、全体で正の焦点距離を有する第2レンズ群からなるレトロフォーカス型の光学系が種々提案されている。例えば、特許文献1、特許文献2に記載されているようなものがあった。

【特許文献1】 特開2000-305012号公報（4～18頁、第1図）

【特許文献2】 特開2003-156683号公報（5～14頁、第8図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特開2000-305012号公報では、前記第2レンズ群に異常分散性のあるレンズを用いて、小さい倍率色収差に抑えているが、非球面は硝子レンズに施されており、コスト上昇は免れない。一方、特開2003-156683号公報では、前記第1レンズ群及び前記第2レンズ群にプラスチックを用いているが、該プラスチックのパワーが強く、温度補償が不十分である。

【0005】

また、コンパクト且つ高性能なものを得るためには、非球面を活用することが必要不可欠になっている。非球面レンズは非球面を形成する手段の違いから、硝子のモールド工法による硝子非球面レンズ、硝子球面レンズの表面にプラスチックの非球面薄層を形成したハイブリッド型非球面レンズ、プラスチック材料の射出成型工法によるプラスチック非球面レンズがよく知られている。硝子非球面レンズは、高温でのモールド工法に用いる高価な金型の寿命が短くコストが硝子球面レンズの約3倍程度と高価であるという問題がある。

【0006】

また、ハイブリッド型非球面レンズは、硝子球面レンズの製造コストに加えプラスチックの非球面薄層を形成するための金型と形成するためのコストが必要となり、硝子非球面レンズと同様に高価であるという問題がある。プラスチック非球面レンズは、これらに比べて非常に安価であるが、硝子レンズと比べて屈折率の温度係数が極端に大きく、例えば、温度変化による投射レンズのバックフォーカスが大きく変動してしまうという課題を有していた。即ち、プラスチックレンズの屈折率の温度係数は、硝子レンズに比べてはるかに大きい。例えば焦点距離30mmのレンズで温度が20度Cから0度Cの変化では、硝

子レンズ5  $\mu\text{m}$ の変動に対してプラスチックレンズでは100  $\mu\text{m}$ とバックフォーカスが大きく変動するという課題があった。

#### 【0007】

本発明は、前記従来の課題を解決するもので、レンズ構成を適切に設定することにより、プロジェクション用レンズとして特に厳しく要求される倍率の色収差が十分に補正され、プラスチックを用いても温度補正が適切になされ、画面全体にわたって、高画質な画像を実現できる小型軽量の投射レンズを低価格で提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

従来の課題を解決するために、本発明の投射レンズは、スクリーン側から順に負の屈折力を有する第1のレンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とを備え、前記第1レンズ群は、スクリーン側に凸面を向けた非球面を有するプラスチックレンズの負のメニスカスレンズを有し、前記第2レンズ群は、非球面を有するプラスチックレンズからなる負レンズと、異常分散性と負の屈折率の温度係数を持つ少なくとも2枚以上の正レンズとを有し、前記正レンズの有する所定の負の屈折率の温度係数により前記第1レンズ群と第2レンズ群のプラスチックレンズの負の屈折率の温度係数に起因する温度変化の像面変動を補正することを特徴としたものである。

#### 【0009】

また、本発明は、スクリーン側から順に負の屈折力を有する第1のレンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とを備え、前記第1レンズ群は、少なくとも1枚のスクリーン側に凸面を向けた非球面を有する所定の屈折率のプラスチックレンズからなる負のメニスカスレンズを含む複数枚の負のメニスカスレンズを有し、前記第2レンズ群は開口絞りと、非球面を有するプラスチックレンズからなる負レンズと、異常分散性と負の屈折率の温度係数を持つ少なくとも2枚以上の正レンズとを有し、前記第1レンズ群のプラスチックレンズは、前記開口絞り側に位置し、前記正レンズの有する所定の負の屈折率の温度係数により前記第1レンズ群と第2レンズ群のプラスチックレンズの屈折率の温度係数に起因する温度変化の像面変動を補正することを特徴としたものである。

#### 【0010】

また、本発明は、スクリーン側から投射レンズ側に向かって順に負の屈折力を有する第1のレンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とを備え、前記第1レンズ群は、スクリーン側に凸面を向けた、非球面を有するプラスチックからなる負のメニスカスレンズを有し、前記第2レンズ群は開口絞りと、非球面を有するプラスチックからなる負レンズを有し、全系の焦点距離を $f$ 、第1レンズ群中のプラスチックレンズの焦点距離を $f_{1p}$ 、第2レンズ群中のプラスチックレンズの焦点距離を $f_{2p}$ としたときに、

$$-5 < f_{1p} / f < -3$$

$$-25 < f_{2p} / f < -15$$

なる条件を満足することを特徴としたものである。

#### 【発明の効果】

#### 【0011】

本発明の投射レンズによれば、第1レンズ群及び第2レンズ群内のプラスチックレンズの負レンズの屈折力を最適に設定し、第2レンズ群の異常分散性の有する硝子レンズと組み合わせることにより、それらのプラスチックレンズの屈折率の温度係数を、第2レンズ群の異常分散性を有する正レンズに所定の屈折率の温度係数を持たせてバックフォーカスの温度補正を行い、倍率色収差の小さい高性能で低コストな投射レンズを実現する。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0012】

以下に、本発明の投射レンズの実施の形態を図面とともに詳細に説明する。

#### 【実施例1】

#### 【0013】

図1は本発明の実施例1における投射レンズの構成図を示す。図1において、1は第1

レンズ群であり、2は第2レンズ群であり、Sは開口絞りであり、E Gはダイクロイックプリズム等の等価硝子である。

#### 【0014】

第1レンズ群1は、1a、1bは共にメニスカスレンズで、負の屈折力を有し、スクリーン側に凸面を向けた構成とされている。第2レンズ群2は、1枚の正レンズ2a、開口絞りS、メニスカスの負レンズ2b、負レンズ2cと正レンズ2dとを貼りあわせた接合レンズ、負レンズ2eと正レンズ2fとを貼りあわせた接合レンズ、1枚の正レンズ2gとによって構成されている。

#### 【0015】

そして、第1レンズ群の1bと、第2レンズ群の2bは、非球面を有するプラスチックレンズにて形成されている。また、第1レンズ群が2枚、第2レンズ群が7枚の計9枚と、レンズ数の少ない構成で、温度補正が施され、倍率色収差が小さく、かつコンパクト化を図ることができるように構成されている。

#### 【0016】

一般的に、プラスチックレンズは屈折率が低いため、曲率が小さくなりコマ収差が大きくなってしまうため、屈折力を増大させるのは適切ではない。そこで本実施例の投射レンズでは第1レンズ群中のプラスチックレンズの焦点距離を $f_{1p}$ 、全系の焦点距離を $f$ とすると、条件式(1)を満足することが必要である。

#### 【0017】

$$-5 < f_{1p}/f < -3 \cdots (1)$$

条件式(1)式は第1レンズ群内プラスチックレンズ1bの屈折力に関するものである。条件式(1)式の下限をはずれると、第1レンズ群1の負の屈折力を維持するために、もう一方の硝子レンズ1aに負担が加わり、硝子レンズ1aの凹面側の曲率半径が小さくなり、コマ収差が悪化する。即ち、プラスチックレンズ1bの屈折力が弱すぎると、もう一方の硝子レンズ1aの屈折力を強く設定しなければならなくなり、第1レンズ群の所定の屈折力を維持するために硝子レンズ1aの凹面側の曲率を小さくしなければならず、コマ収差が悪化する原因となる。また、凹面側の有効径が大きくなりすぎ、加工が困難になる。逆に上限値を超えると、屈折力が強い分温度変動による焦点位置の変動が大きく温度変化によるバックフォーカスの変動が大きくなり、好ましくない。また、第1レンズ群は軸外の光線が、光軸から離れた高い位置を通過するために、軸外収差に敏感である。そして、このプラスチックレンズ1bに非球面を施すことにより、主として軸外の光線の光軸から離れた高い位置を通過する光線の歪曲収差及び像面湾曲を良好に補正することができる。

#### 【0018】

また、本実施例1では、第2レンズ群2を構成しているプラスチックレンズ2bの焦点距離を $f_{2p}$ 、全系の焦点距離を $f$ とすると、条件式(2)を満足することが必要である。

#### 【0019】

$$-2.5 < f_{2p}/f < -1.5 \cdots (2)$$

条件式(2)式は、第2レンズ群内のプラスチックレンズ2bの屈折力に関するものである。条件式(2)式の下限を超えて負の屈折力が弱く成り過ぎると、バックフォーカスを維持するために同じ第2レンズ群内の異常分散性を有する正の屈折力を弱くする必要がある。しかし、正の屈折力を弱めると異常分散の作用が弱まることにより色収差が悪化する。

#### 【0020】

即ち、第2レンズ群のプラスチックレンズ2bの負の屈折力が弱くなると、同じ第2レンズ群内の異常分散性を有する正の屈折力を弱くしないとバックフォーカスが短くなり、バックフォーカスを維持するために、正の屈折力を弱める必要が出てくる。この屈折力を弱めると、異常分散性の作用が弱くなり、異常分散性を有する正の硝子レンズにより色収差を補正しているので、色収差を悪化させることになり、条件式(2)式の下限を超えるの



は主に色収差の点から好ましくない。

#### 【0021】

逆に上限値を超えると、負のパワーが強くなって温度変化によるバックフォーカスの変動が大きくなり、好ましくない。また、このプラスチックレンズ2bは、開口絞りSの近くに位置しており、軸上収差に感度がある。即ち、F値を決定する軸上で最も高い位置（即ち、像の高さ位置）を通過するFナンバー光線はプラスチックレンズ2bで、光軸から高い位置を通過し、軸上収差に敏感であるので、このプラスチックレンズ2bに非球面を施すことにより、主として、球面収差、コマ収差を良好に補正することができる。

#### 【0022】

また、本実施例1では、 $P_{g,F} = (n_g - n_f) / (n_f - n_c)$ 、 $\nu_d = (n_d - 1) / (n_f - n_c)$ において、g線（波長435.84nm）に対する屈折率を $n_g$ 、F線（波長486.13nm）に対する屈折率を $n_f$ 、C線（波長656.28nm）に対する屈折率を $n_c$ 、d線（波長587.56nm）に対する屈折率を $n_d$ とすると、条件式（3）を満足している。

#### 【0023】

$$0.03 < P_{g,F} - (0.6482 - 0.0018 \nu_d) \cdots (3)$$

条件式（3）式は、第2レンズ群2を構成している正レンズの異常分散性に関するものである。レトロフォーカス型の第2レンズ群2は、軸上光線高が高くなり軸上色収差に大きな影響を及ぼす。さらにテレセントリック性を持たせるために第2レンズ群2の主光線高は最大像高と同じ高さが必要となり、倍率色収差にも大きく影響を及ぼす。リアプロジェクション装置においては、投射画像の原色画素の投射倍率差を小さくして、スクリーン上で色滲みが発生しないよう、投射レンズの倍率色収差を画素ピッチの半分以上に抑えることが肝要である。

#### 【0024】

条件式（3）式の範囲をはずれて、異常分散の効果が少なくなると、倍率及び軸上の色収差が悪化する。第2レンズ群2の正レンズに、異常分散性を有する硝子材料を少なくとも2枚以上（2d、2f、2g）配置することにより色収差の2次スペクトルを低減させることができ、小さい倍率及び軸上色収差を実現することができる。

#### 【0025】

実施例1では、異常分散性を有する硝子材料の正レンズ3枚の場合を示すものである。

#### 【0026】

後述の実施例2では、異常分散性を有する硝子材料の正レンズ2枚の場合を説明している。

#### 【0027】

また、本実施例1では、屈折率の温度係数を $\Delta n / \Delta T$ とすると、条件式（4）を満足することが必要である。

#### 【0028】

$$\Delta n / \Delta T < -5 \times 10^{-6} \cdots (4)$$

（4）式は、第2レンズ群2を構成している正レンズの屈折率の温度係数に関するものである。第2レンズ群2の正レンズに、負の屈折率の温度係数を有する硝子材料からなるレンズを少なくとも2枚以上配置することが望ましい。

#### 【0029】

条件式（4）は温度変化によるバックフォーカスの変動を低減するためのものであり、条件式（1）及び（2）と関連している。本投射光学系においては、固定焦点でフォーカス機構が無いために温度変化によるバックフォーカス変動が大きくなりすぎると、投射光学系の解像力が不十分となり好ましくない。焦点深度内にバックフォーカスの変動を抑えることが必要となる。

#### 【0030】

第1レンズ群1内のプラスチックレンズ（1b）で発生するバックフォーカスの変動は、第2レンズ群2内のプラスチックレンズ（2b）で発生するバックフォーカスの変動の

約  $1/10$  と小さい。このために条件式 (1)、(2) のように、プラスチックレンズ 2b の屈折力をプラスチックレンズ 1b より 5 倍程度弱くしている。プラスチックレンズ 1b と 2b はともに負の焦点距離で負の屈折率の温度係数を有しているために、温度変化によって同じ方向にバックフォーカスの変動する。一方、第 2 レンズ群 2 の正レンズに、プラスチックレンズ 1b と 2b と同じ負の屈折率の温度係数を有する硝子材料からなるレンズ (2d、2f、2g) を 3 枚配置する。そうすることにより、温度変化によるプラスチックレンズ 1b および 2b で発生するバックフォーカスの変動とは同程度で反対方向の変動量が発生させることにより打ち消すことができる。

#### 【0031】

例えば、温度が  $20^{\circ}\text{C}$  から  $0^{\circ}\text{C}$  に変化した場合、プラスチックレンズ 1b およびプラスチックレンズ 2b によってバックフォーカスの変動はそれぞれ  $+11\mu\text{m}$ 、 $+18\mu\text{m}$  となるが、第 2 レンズ群の正レンズ 2d、2f そして 2g によって  $-18\mu\text{m}$  の発生で合計  $+11\mu\text{m}$  の変動となり、焦点深度の約  $1/3$  以内に抑えることができる。条件式の範囲外では、温度変化によるバックフォーカスの変動が大きくなるため不適當である。

#### 【0032】

実施例 1 においては、F 値は 2.34 であり、焦点距離を  $f$ 、有効径を  $D$  とすると、 $F = f/D$  より、 $f = 2.34 \times D$  となる。また、液晶パネルの 1 セルの画素ピッチは、 $12.5\mu\text{m}$  であるので、 $D = 12.5\mu\text{m}$  となり、 $f = 2.34 \times 12.5\mu = 30\mu\text{m}$  となり、約  $10$  ミクロン程度の温度変化による焦点距離の変動量が焦点深度の約  $1/3$  となり実用的である。

#### 【0033】

即ち、第 1 レンズ群及び第 2 レンズ群内のプラスチックレンズの負レンズの屈折率の温度係数によるバックフォーカスの変動を、第 2 レンズ群 2 の正レンズに、プラスチックレンズ 1b と 2b と同程度の同じ負の屈折率の温度係数を有する硝子材料からなるレンズ (2d、2f、2g) を 3 枚配置して、正レンズに所定の屈折率の温度係数を持たせてバックフォーカスの温度補正を行うものである。

#### 【0034】

一般的にプラスチックレンズの屈折率の温度係数は、 $-100 \times 10^{-6}$  程度であり、温度が  $20^{\circ}\text{C}$  から  $0^{\circ}\text{C}$  に  $20^{\circ}$  度下がった場合、屈折率が 1.5 とすると 1.502 と屈折率が上がり、バックフォーカスが延びる。このバックフォーカスの延びた量を第 2 レンズ群の正レンズ 2d、2f、2g の屈折率の温度係数を条件式 (4) にて規定して、補正するものである。即ち、前述したように、プラスチックレンズ 1b およびプラスチックレンズ 2b によってバックフォーカスの変動はそれぞれ  $+11\mu\text{m}$ 、 $+18\mu\text{m}$  となるが、第 2 レンズ群の正レンズ 2d、2f そして 2g によって  $-18\mu\text{m}$  の発生で合計  $+11\mu\text{m}$  の変動となり、ほぼ焦点深度の  $1/3$  以内に抑えることができる。

#### 【0035】

また、本実施例 1 では、第 1 レンズ群は、スクリーン側に凸面を向けた 2 枚のメニスカス負レンズから構成されていることを特徴とする。メニスカス形状とすることにより、軸外入射光線に対して入射面とのなす角度を小さくとることができ、最大画角  $45^{\circ}$  と高画角であるにもかかわらず、プラスチックレンズの非球面化により、歪曲収差及び像面湾曲を良好に補正することができ、少ない構成枚数で高性能を実現することができる。

#### 【0036】

また、本実施例 1 では、第 1 レンズ群 1 に用いられるプラスチックレンズ 1b は、開口絞り側に位置するほうが望ましい。第 1 レンズ群 1 では、スクリーン側のほうが軸外光線が高くなり、レンズ外径が大きくなる。プラスチックレンズは外径が大きくなるほど成型が困難となり、表面精度が低下する。特に第 1 レンズ群 1 のレンズ外径が  $\Phi 50\text{mm}$  を超えるような大外径レンズにおいては、顕著にあらわれてくる。そこで、プラスチックレンズ 1b を開口絞り側に配置することにより、レンズ外径が大きくなるのを抑え、プラスチックレンズ 1b の成型性を向上させる。

#### 【0037】

また、本実施例 1 では、全系の焦点距離を  $f$ 、条件式 (3) 式の条件を満足する第 2 レンズ群 2 に用いられる正レンズ (2 d、2 f、2 g) のそれぞれの焦点距離を  $f_{2ep}$  とすると、条件式 (5) を満足することが必要である。

【0038】

$$2.5 < f_{2ep}/f < 5.0 \quad \dots (5)$$

即ち、正レンズ 2 d、正レンズ 2 f、正レンズ 2 g の全ての正レンズが、条件式 (5) 式を満足する必要がある。

【0039】

条件式 (5) 式は、第 2 レンズ群 2 に用いられる異常分散硝子の屈折力に関する条件式である。下限値を下回って屈折力が強くなると、曲率が小さくなり、コマ収差が悪化する。逆に上限値を超えて屈折力が弱くなれば、異常分散作用が小さくなり、2 次スペクトルが大きくなるために倍率及び軸上の色収差が悪化する。

【0040】

また、本実施例 1 では、全系の焦点距離を  $f$ 、第 2 レンズ群 2 に用いられる硝子材料からなる負レンズ 2 c、2 e の焦点距離を  $f_{2gn}$  とすると、条件式 (6) を満足することが必要である。

【0041】

$$-5.0 < f_{2gn}/f < -2.0 \quad \dots (6)$$

条件式 (6) は、第 2 レンズ群 2 に用いられる硝子材料からなる負レンズ (2 c、2 e) の屈折力に関する条件式である。この負レンズは正レンズ (2 d、2 f) と接着され、ダブルットとして存在し、主に色収差の補正を行っている。下限値を下回って屈折力が弱くなると、異常分散性を有する正レンズの屈折力を弱くせざるを得なくなり、2 次スペクトルが大きくなって、倍率および軸上色収差が悪化する。逆に上限値を超えて屈折力が強くなれば、曲率が強くなり、コマ収差が悪化する。

【0042】

以上のように、本実施例 1 においてはプラスチックレンズや異常分散硝子を効果的に用い、屈折力を適切に設定することにより、温度補正が施され、収差が良好に補正されたコンパクトで低コストの投射レンズが実現できる。

【0043】

本発明の実施例 1 についての数値実施例を (表 1) に示す。表中  $r_1$ 、 $r_2$ 、 $\dots$ 、 $r_{19}$  はスクリーン側から順に数えたレンズ各面の曲率半径、 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $\dots$  は各レンズの肉厚及び空気間隔、 $n_1$ 、 $n_2$ 、 $\dots$  は各レンズの d 線における屈折率、 $\nu_1$ 、 $\nu_2$ 、 $\dots$  は d 線を基準にするアッペ数である。また、全系の焦点距離を  $f$ 、F ナンバーを  $F/\omega$ 、そして画角を  $2\omega$  として示している。表 1 中の \* 印を付した面は非球面で構成された面であることを示し、非球面形状は次の式で表される。

【0044】

$$x = (h^2/r) / (1 + (1 - (K+1) h^2/r^2)^{1/2}) + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10}$$

但し、 $x$  は光軸からの高さが  $h$  の非球面形状の非球面頂点の接平面からの距離、 $r$  を基準球面の曲率半径とし、非球面係数  $K$ 、 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  は表 1 に示されるとおりである。

【0045】

【表 1】

f = 8.81		F/2.38		2ω=90.7		投射距離640mm	
r 1	51.964	d 1	3.000	n 1	1.60311	v 1	60.7
r 2	25.777	d 2	12.980				
r 3*	162.101	d 3	6.000	n 2	1.52500	v 2	56.0
r 4*	17.042	d 4	69.570				
r 5	30.144	d 5	2.480	n 3	1.72825	v 3	28.3
r 6	310.077	d 6	1.700				
r 7	0.000	d 7	13.180				
r 8*	-32.453	d 8	3.000	n 4	1.52500	v 4	56.0
r 9*	-48.377	d 9	2.540				
r10	-40.687	d10	1.000	n 5	1.80450	v 5	39.6
r11	48.157	d11	5.350	n 6	1.49700	v 6	81.6
r12	-21.053	d12	0.200				
r13	-122.495	d13	1.200	n 7	1.80518	v 7	25.5
r14	42.646	d14	6.250	n 8	1.49700	v 8	81.6
r15	-36.059	d15	0.200				
r16	87.503	d16	7.400	n 9	1.49700	v 9	81.6
r17	-25.669	d17	0.900				
r18	0.000	d18	30.000	n10	1.51633	v 10	64.1
r19	0.000						

## 第3面非球面係数

K	33.0106
A	$5.30775 \times 10^{-6}$
B	$-1.59846 \times 10^{-8}$
C	$1.59763 \times 10^{-11}$
D	$-9.85691 \times 10^{-15}$

## 第8面非球面係数

K	-9.9633
A	$3.17019 \times 10^{-6}$
B	$1.07170 \times 10^{-8}$
C	$-7.32532 \times 10^{-10}$
D	$6.05546 \times 10^{-12}$

## 第4面非球面係数

K	-1.3367
A	$1.13664 \times 10^{-5}$
B	$-2.96646 \times 10^{-8}$
C	$-1.48589 \times 10^{-11}$
D	$3.04707 \times 10^{-14}$

## 第9面非球面係数

K	-44.1454
A	$4.20090 \times 10^{-5}$
B	$1.98716 \times 10^{-7}$
C	$-6.57898 \times 10^{-10}$
D	$-2.18831 \times 10^{-12}$

## 【0046】

図2に実施例1の投射レンズの球面収差(mm)、歪曲収差(%)、非点収差(mm)、コマ収差(mm)を示す。図2の球面収差図において、実線はe線であり、曲線gはg線を表し、曲線CはC線を表す。また非点収差図におけるSはサジタル像面を表し、Mはメリディオナル像面を表す。この収差図からわかるように収差の小さい良好な光学性能を実現することができる。また、表1のr18、r19は図1のEGで表されるダイクロイックプリズム等の等価硝子の面を示す。

## 【0047】

なおこの実施例1の有効像円は $\Phi 18$ mmとなっている。レンズ系全体のF値は2.38、焦点距離fは8.8mmで、 $f1p/f$ の値は-4.2、 $f2p/f$ の値は-22.7

、 $P_{g,F} - (0.6482 - 0.0018 \nu d)$  の値は  $0.0374$ 、 $\Delta n / \Delta t$  の値は  $-6 \times 10^{-6} \sim -5 \times 10^{-6}$ 、 $f_{2ep} / f$  の値は、 $3.4 \sim 4.6$ 、 $f_{2gn} / f$  の値は  $-4.4$  と  $-3.1$  となっており、条件式 (1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(6) をそれぞれ満たしている。

#### 【0048】

本実施例 1 の投射レンズは、第 1 レンズ群中のプラスチックレンズ 1 b、第 2 レンズ群中のプラスチックレンズ 2 b を同一のプラスチック材料とすることができるので、プラスチックレンズの製造において、例えば、一台の射出成形機で行う場合、材料の入れ替えによるロス無くすることができる。また、プラスチックレンズに反射防止コーティングを施す場合、そのコーティングの構成を共通にすることができるため、例えば、同じ真空蒸着機を用いて同時にコーティングを行うことができる。このように、製造設備やプラスチック材料を効率的に使用することが可能なため、さらに低コスト化が可能になる。

#### 【実施例 2】

#### 【0049】

図 3 は、本発明の実施例 2 の投射レンズの構成図を示す。図 3 において、第 1 レンズ群 1 は、図 1 に示す実施例 1 の構成と同様である。実施例 1 と異なるのは異常分散硝子 (2 c、2 f) を 2 枚で構成している点と、プラスチックレンズ (2 d) が 2 組のダブルレットの間に配置されている点である。第 2 レンズ群 2 は、1 枚の正レンズ 2 a、開口絞り S、負レンズ 2 b と正レンズ 2 c とを貼りあわせた接合レンズ、メニスカスの負レンズ 2 d、負レンズ 2 e と正レンズ 2 f とを貼りあわせた接合レンズ、1 枚の正レンズ 2 g とによって構成されている。そして、第 1 レンズ群の 1 b と、第 2 レンズ群の 2 d は、非球面を有するプラスチックレンズにて形成されている。

#### 【0050】

レンズ系全体の F 値は  $2.34$ 、焦点距離  $f$  は  $8.8 \text{ mm}$  で、 $f_{lp} / f$  の値は  $-4.2$ 、 $f_{2p} / f$  の値は  $-22.7$ 、 $P_{g,F} - (0.6482 - 0.0018 \nu d)$  の値は  $0.0374$ 、 $\Delta n / \Delta t$  の値は  $-6 \times 10^{-6} \sim -5 \times 10^{-6}$ 、 $f_{2ep} / f$  の値は  $3.2$  と  $3.8$ 、 $f_{2gn} / f$  の値は  $-3.4$  と  $-2.4$  となっており、条件式 (1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(6) をそれぞれ満たしている。

#### 【0051】

本発明の実施例 2 についての数値実施例を (表 2) に示す。(表 2) の各記号等の示す意味は (表 1) と同様である。

#### 【0052】

【表 2】

	f = 8.81	F/2.34	2 $\omega$ =90.7	投射距離640mm
r 1	49.660	d 1 3.000	n 1 1.58913	$\nu$ 1 61.3
r 2	25.254	d 2 12.980		
r 3*	168.753	d 3 6.000	n 2 1.52500	$\nu$ 2 56.0
r 4*	17.253	d 4 69.570		
r 5	25.952	d 5 2.480	n 3 1.72825	$\nu$ 3 28.3
r 6	267.420	d 6 1.700		
r 7	0.000	d 7 12.180		
r 8	-30.732	d 8 1.000	n 4 1.80450	$\nu$ 4 39.6
r 9	38.888	d 9 5.350	n 5 1.49700	$\nu$ 5 81.6
r10	-21.306	d10 1.200		
r11*	-27.254	d11 3.000	n 6 1.52500	$\nu$ 6 56.0
r12*	-38.151	d12 0.200		
r13	-49.483	d13 1.200	n 7 1.80518	$\nu$ 7 25.5
r14	48.962	d14 6.250	n 8 1.49700	$\nu$ 8 81.6
r15	-24.213	d15 0.200		
r16	68.036	d16 7.400	n 9 1.48749	$\nu$ 9 70.4
r17	-22.452	d17 0.900		
r18	0.000	d18 30.000	n10 1.51633	$\nu$ 10 64.1
r19	0.000			

## 第 3 面非球面係数

K	27.7686
A	$5.38419 \times 10^{-6}$
B	$-1.59833 \times 10^{-8}$
C	$1.68962 \times 10^{-11}$
D	$-9.99602 \times 10^{-15}$

## 第 1 1 面非球面係数

K	-0.7178
A	$-1.10172 \times 10^{-4}$
B	$5.28612 \times 10^{-7}$
C	$-3.62993 \times 10^{-9}$
D	$2.15369 \times 10^{-11}$

## 第 4 面非球面係数

K	-1.3507
A	$1.10062 \times 10^{-5}$
B	$-3.01253 \times 10^{-8}$
C	$-2.07365 \times 10^{-11}$
D	$3.67751 \times 10^{-14}$

## 第 1 2 面非球面係数

K	-8.9660
A	$-5.69466 \times 10^{-5}$
B	$5.17429 \times 10^{-7}$
C	$-1.37044 \times 10^{-9}$
D	$7.02016 \times 10^{-12}$

## 【0 0 5 3】

図 4 にこの実施例 2 の投射レンズの球面収差 (mm)、歪曲収差 (%)、非点収差 (mm)、コマ収差 (mm) を示す。図 4 の球面収差図において、実線は e 線であり、曲線 g は g 線を表し、曲線 C は C 線を表す。また非点収差図における S はサジタル像面を表し、M はメリディオナル像面を表す。倍率の色収差に関しては、開口絞り S の中心を通過する軸外光線において、実施例 1 と比べると異常分散硝子が 1 枚少ないために e 線を基準にして g 線から C 線の範囲において有効像円が 1.8 mm であるので、像高 9 mm となり、実施例 1 の場合の倍率色収差が  $13.6 \mu\text{m}$  に対して実施例 2 の場合は、 $15.4 \mu\text{m}$  となり、1 割程度悪化する。その他の収差については、この収差図からわかるように、本実施例 2 の投射レンズは、実施例 1 と同様に収差の小さい良好な光学性能が実現できる。

## 【0 0 5 4】

また、実施例 1 と同様に、第 1 レンズ群 1 中のプラスチックレンズ 1 b、第 2 レンズ群

2中のプラスチックレンズ2dを同一のプラスチック材料とすることにより、製造設備やプラスチック材料を効率的に使用することが可能なため、さらに低コスト化が実現できる。

#### 【0055】

以上に説明した実施の形態は、いずれもあくまでも本発明の技術的内容を明らかにする意図のものであって、本発明はこのような具体例にのみ限定して解釈されるものではなく、請求の範囲内でいろいろと変更して実施することができ、本発明を広義に解釈すべきである。

#### 【0056】

例えば、実施例ではプラスチックレンズの材料を環状オレフィンポリマー（例えば日本ゼオン株式会社で製造される『ZEONEX 480R』、で説明したが、ポリメタクリル酸メチル（PMMA）（例えば三菱レイヨン株式会社で製造される『アクリペット』、住友化学工業株式会社で製造される『スミペックス』）およびその他の環状オレフィンポリマー（例えば日本ゼオン株式会社で製造される『ZEONEX 330R』、JSR株式会社で製造される『ARTON』、三井化学株式会社で製造される『アベル』）、スチレン系樹脂（例えば新日鉄化学株式会社で製造される『エスチレンMS-600』や『エスチレンMS-800』）、低吸湿アクリル（例えば日立化成工業株式会社の製造する『OPTOREZ』、三菱レイヨン株式会社で製造される『アクリペット WF100』）等を使用しても良い。もちろん、第1レンズ群中のプラスチックレンズ、第2レンズ群中のプラスチックレンズに異なる樹脂材料を選択しても良いし、同じ樹脂材料を選択しても良い。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0057】

以上のように、本発明にかかる投射レンズは、プラスチックレンズのパワーを最適に設定し、異常分散性と負の屈折率の温度係数を持つ正レンズを効果的に配置することにより、9枚という少ないレンズ構成で諸収差及び温度特性が良好に補正されたコンパクトで低コストの投射レンズとして有用である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0058】

【図1】 本発明の実施例1における投射レンズの構成図

【図2】 本発明の実施例1における収差性能を示す図

【図3】 本発明の実施例2における投射レンズの構成図

【図4】 本発明の実施例2における収差性能を示す図

#### 【符号の説明】

#### 【0059】

1 第1レンズ群

1b 第1レンズ群のプラスチックレンズ

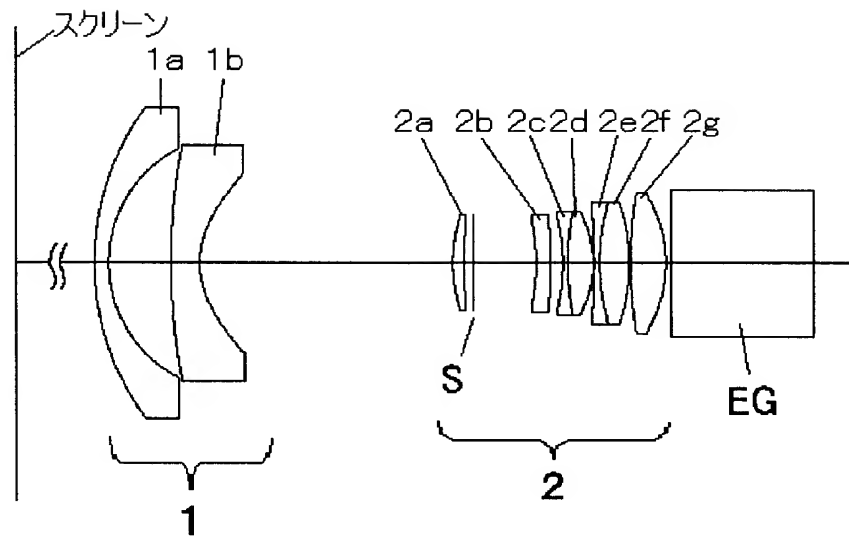
2 第2レンズ群

2b 第2レンズ群のプラスチックレンズ

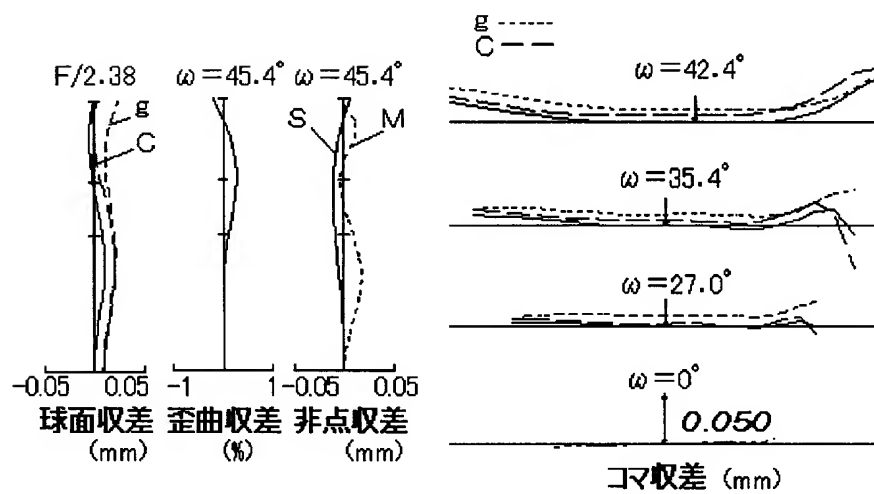
2d、2f、2g 負の屈折率の温度係数を有する硝子材料からなる正レンズ

S 開口絞り

EG ダイクロイックプリズム等の等価硝子

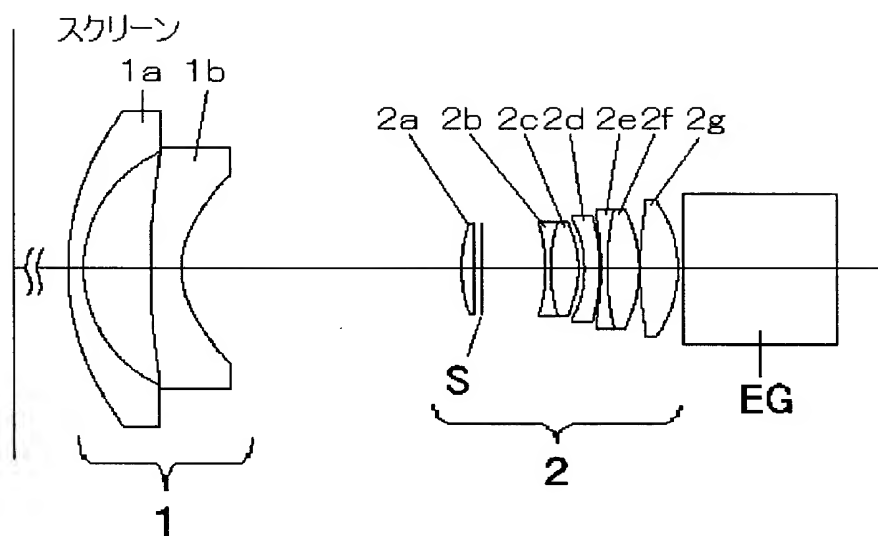


【図 2】

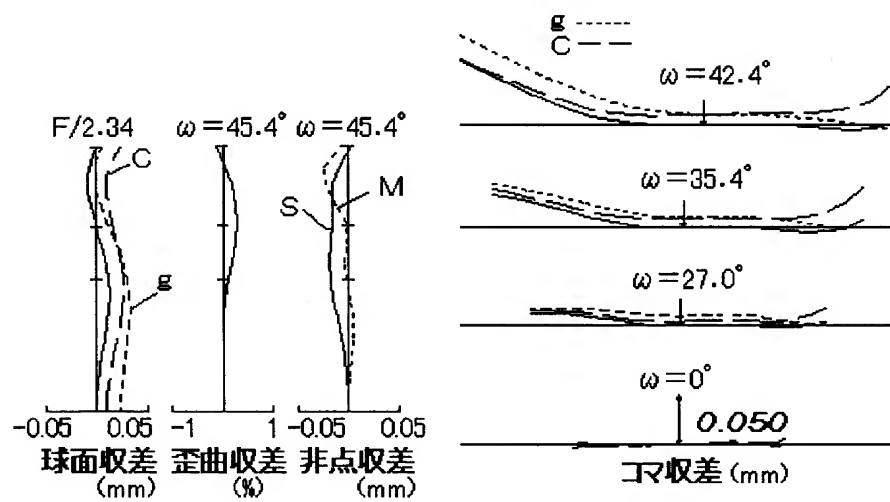




【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数のプラスチックレンズを用いながらも、温度補正が十分に施され、コンパクトかつ低コストで、良好なる結像性能を得ることのできる投射レンズを提供する。

【解決手段】 スクリーン側から順に負の屈折力を有する第1のレンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とを備え、第1レンズ群は、スクリーン側に凸面を向けた非球面を有するプラスチックレンズの負のメニスカスレンズ1bを有し、第2レンズ群は、非球面を有するプラスチックレンズからなる負レンズ2bと、異常分散性と負の屈折率の温度係数を持つ少なくとも2枚以上の正レンズとを有し、それらの正レンズの有する所定の負の屈折率の温度係数により第1レンズ群と第2レンズ群のプラスチックレンズ1b、2bの負の屈折率の温度係数に起因する温度変化の像面変動を補正する。

【選択図】 図1

## 出願人履歴

0 0 0 0 0 5 8 2 1

19900828

新規登録

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

松下電器産業株式会社